Vloeistofniveau meten

Het aantonen van de aanwezigheid van een vloeistof op de plaats waar dit niet hoort heeft veel nuttige toepassingen. In dit artikel behandelen wij de systemen, chip's, sensoren en apparaten die hiervoor zijn ontwikkeld en die in de hobby-sfeer toepasbaar zijn.

Auteur: Jos Verstraten, Landgraaf, Nederland
Email: josverstraten@live.nl
Publicatiedatum: 08-04-2020

Inleiding

Een nuttige bezigheid!
Het meten van de aanwezigheid van vloeistoffen is een nuttige bezigheid, waarvoor iedere hobbyist tal van toepassingen weet te verzinnen. Als u een wasmachine in de kelder hebt staan moet u eigenlijk een detector bouwen die alarm slaat als er een lekkage optreedt. Het laten leegpompen van een kelder door de brandweer kost een heleboel geld, om maar niet te spreken over de schade die een onder water gelopen kelder tot gevolg kan hebben.
In streken met een hoog grondwaterpeil kunt u, dank zij een vloeistofniveau sensor, op een heel eenvoudige manier een volledig automatisch werkend systeem ontwerpen dat gaat pompen als er om de een of andere reden grondwater in de kelder binnen dringt.
Dat een vloeistofniveau sensor voor iedere bezitter van iets dat op het water drijft handig, om niet te zeggen onmisbaar is, zal wel duidelijk zijn.
Maar ook in het huis zijn er nog meer nuttige toepassingen te verzinnen. Een draagbare vloeistofniveau sensor met batterijvoeding en akoestisch alarm kan gebruikt worden om de huisvrouw of -man er aan te herinneren dat het eigenlijk de bedoeling was dat de was buiten aan de waslijn droger wordt in plaats van natter. Een dergelijke sensor is ook een handig hulpmiddel om te verhinderen dat kamers half onder water regenen via de nachtelijk geopende ramen. Kortom, toepassingen zat die bovendien in de meeste gevallen erg eenvoudig in elkaar te knutselen zijn en waar de ware elektronica hobbyist allerlei persoonlijke extra's aan kan toevoegen.

Weinig beschikbare IC's
Men zou dus verwachten dat de halfgeleiderindustrie een groot assortiment aan vloeistofniveau sensoren op de markt brengt of heeft gebracht. Dat valt echter vies tegen! In feite heeft alleen National Semiconductor (NatSemi) een aantal chip's ontwikkeld die niet duur en voor de hobbyist praktisch te gebruiken zijn. Helaas zijn deze IC's '*obsolete*' en dus al jaren uit de productie genomen. Maar dank zij het Internet kunt u, met enige moeite, de in dit artikel besproken chipjes vinden via Alibaba, DHgate of AliExpress.

Het meten van een vloeistofniveau
Vloeistofniveau sensoren werken volgens de onderstaande principes:
- Het elektromechanische principe.
- Het resistieve principe.
- Het dompel principe.
- Het thermische principe.
- Het elektro-optische principe.
- Het ultrasone principe.
- Het hydrostatische principe.

- Het float-operated shaft encoder principe.

In feite komen alleen de drie eerst genoemde principes in aanmerking voor gebruik in de hobby-sfeer, de vijf overige zijn bestemd voor industrieel gebruik. In de volgende hoofdstukken worden deze drie principes uitgebreid besproken, samen met goedkope IC's en sensoren die volgens deze principes werken.

Het elektromechanische principe

Inleiding
Bij deze sensoren is het een mechanische beweging, gekoppeld aan het niveau van de vloeistof, die wordt gebruikt voor het sluiten (of openen) van een schakelaar. Om een volledig waterdichte afscheiding te verkrijgen tussen de vloeistof en de schakelaar wordt de gegevensoverdracht verzorgd door een permanente magneet en een reedschakelaar. Er zijn diverse uitvoeringen in de handel die op dit vrij eenvoudige principe zijn gebaseerd.

De horizontale vlotterschakelaar
De eenvoudigste elektromechanische vloeistofniveau detectoren zijn horizontale vlotterschakelaars. In de onderstaande figuur is een typisch voorbeeld weergegeven. Dit is een vlotterschakelaar die u onder de naam 'Mayitr water level sensor' via Internet kunt terug vinden en die u voor ongeveer € 2,00 in Chinese shops kunt bestellen. De sensor werkt met een vlotter die op het oppervlak van de vloeistof blijft drijven en waarin een kleine permanente magneet zit. Stijgt het niveau, dan zal de vlotter rond zijn ophangpunt gaan draaien en op een bepaald moment een reedcontact sluiten dat in het vaste deel van de schakelaar aanwezig is.

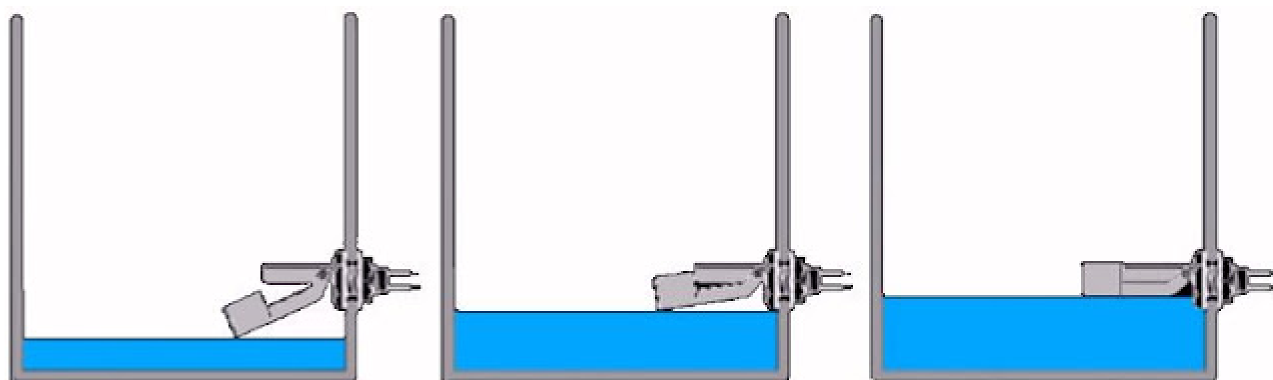


Een voorbeeld van een horizontale vlotterschakelaar. (© Banggood)

De specificaties van deze vlotterschakelaar zijn:

- **Schakelvermogen:** 10 W max.
- **Schakelspanning:** 100 V_{dc} max.
- **Schakelstroom:** 0,5 A_{dc} max.
- **Contactweerstand:** 100 mΩ max.
- **Bedrijfstemperatuur:** -30 °C ~ +125 °C
- **Kabellengte:** 34 cm
- **Vlotterlengte:** 8,7 cm

Uit de beschrijving van de werking zal duidelijk zijn dat de schakelaar sluit op het moment dat de vlotter horizontaal staat. Dit is nog eens weergegeven in de onderstaande figuur.

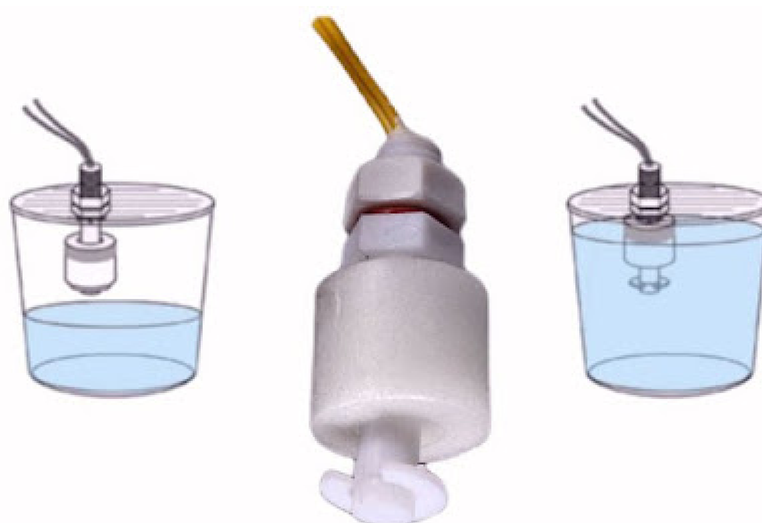

De montage van een horizontale vlotterschakelaar. (© 2020 Jos Verstraten)

Er zijn uiteraard ontelbare uitvoeringen van de horizontale vlotterschakelaar te koop. Naast de zeer goedkope, zoals de besproken uitvoering, zijn er zeer dure professionele modellen te vinden die bijvoorbeeld uit roestvrij staal zijn gemaakt en waarvoor u tot wel vijftig euro betaalt. Zoek op 'stainless steel horizontal float switch' als u een dergelijke sensor nodig hebt.

Een wisselschakelaar is handig
Vaak is ook een wisselschakelaar aanwezig die omschakelt als het schakelniveau wordt bereikt. Het voordeel hiervan is dat u een rood/groen-signalering kunt gebruiken en het wegvallen van de voedingsspanning of een kabelbreuk niet onopgemerkt blijven. Dan gaan immers beide indicatoren uit.

De verticale vlotterschakelaar
Hetzelfde principe wordt toegepast bij verticale vlotterschakelaars. Deze monteert u in de deksel van een tank en steken in de tank naar beneden. De eenvoudigste uitvoering, die ongeveer € 2,00 kost, is voorgesteld in de onderstaande figuur. Daar is meteen duidelijk gemaakt hoe deze sensor werkt. De vlotter zit nu rond een centrale as en drijft op en neer. Als het vloeistofniveau stijgt zal de magneet in de vlotter op een bepaald moment de reedschakelaar in de centrale as sluiten.
De specificatie zijn:

- **Schakelvermogen:** 50 W max.
- **Schakelspanning:** 100 V_{dc} max.
- **Schakelstroom:** 0,5 A_{dc} max.
- **Contactweerstand:** 400 mΩ max.
- **Bedrijfstemperatuur:** -20 °C ~ +80 °C
- **Kabellengte:** 36 cm


Het uiterlijk en de werking van een verticale vlotterschakelaar. (© 2020 Jos Verstraten)

Deze eenvoudige vlotterschakelaar kunt u uitsluitend in de deksel van een vat monteren en geeft alleen een alarm als het vat bijna vol is. Men heeft echter ook verticale

vlotterschakelaars ontworpen die een lange centrale as hebben en waarmee u dus ook lagere niveaus in een vat kunt detecteren. In de onderstaande figuur ziet u zo'n reeks van dergelijke vlotterschakelaars. De lengte varieert van 100 mm tot 400 mm, de prijs van € 7,00 tot € 10,00. Deze vlotterschakelaars zijn gemaakt van roestvrij staal.
De specificaties van deze schakelaars:

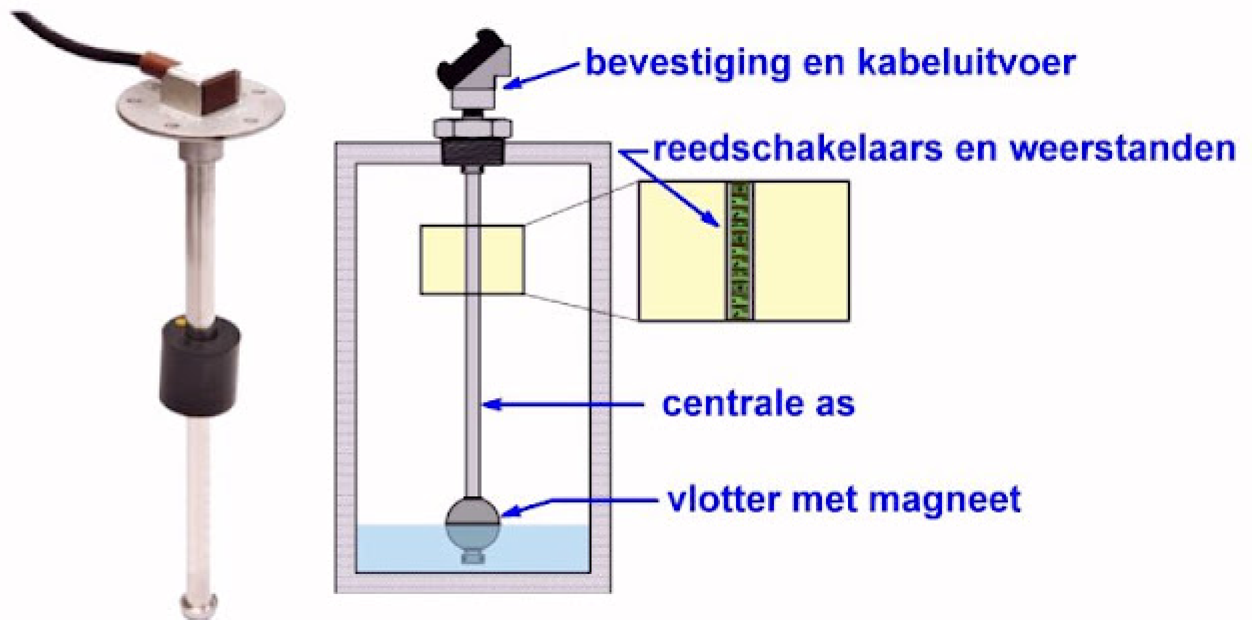
- **Schakelvermogen:** 50 W max.
- **Schakelspanning:** 240 V_{ac} max.
- **Schakelstroom:** 0,5 A_{ac} max.
- **Contactweerstand:** 100 mΩ max.
- **Bedrijfstemperatuur:** -10 °C ~ +120 °C
- **Kabellengte:** 20 cm



Verticale vlotterschakelaars met een groter bereik. (© 2020 Jos Verstraten)

Float level transmitter

Tot slot van dit hoofdstuk aandacht voor een elektromechanische sensor, die u kunt toepassen voor het meten van het niveau in een vloeistofvat en dat zonder dat er enig contact bestaat tussen de vloeistof en de elektronica. Deze *'float level transmitter'* bestaat uit een lange centrale as, waarin een groot aantal reedschakelaars en een weerstandsdeler aanwezig zijn. De vlotter, mét permanente magneet, drijft weer langs deze as op en neer. Voor ieder vloeistofniveau wordt een andere reedschakelaar gesloten en een ander knooppunt van de weerstandsdeler naar buiten gevoerd. De weerstand van de sensor is dus in een aantal stappen afhankelijk van het niveau van de vloeistof in de tank.
In de onderstaande foto is als voorbeeld een tanksensor van Nuova Rade weergegeven. Deze sensor is leverbaar in verschillende lengtes tot 60 cm en met prijzen van € 30,00 tot € 55,00, afhankelijk van de lengte. Deze sensor kunt u zonder enig probleem gebruiken in drinkwatertanks, dieseltanks en benzinetanks. De sensor werkt met alle gangbare Europese dashboard meters die met een bereik van 0 Ω tot 190 Ω werken. Is de tank bijna leeg dan bevindt de vlotter zich op het laagste punt en heeft de sensor een weerstand van 0 Ω. Als de tank gevuld is en de vlotter zich in de hoogste positie bevindt is de weerstand 190 Ω.

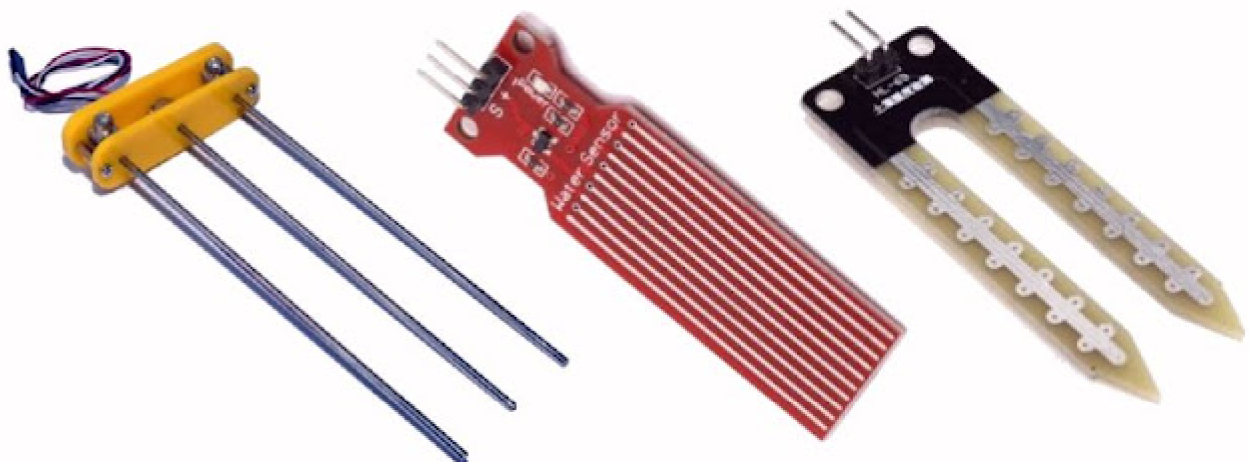


De werking van een float level transmitter. (© 2020 Jos Verstraten)

Voordelen van het elektromechanische principe
Hét grote voordeel van deze sensoren is uiteraard dat het deel van de sensor dat contact maakt met de vloeistof volledig gescheiden is van het elektrisch deel. Het is dus niet noodzakelijk dat de vloeistof elektrisch geleidend is. Bovendien kunt u met dergelijke sensoren zonder problemen werken met brandbare vloeistoffen zoals benzine of diesel.

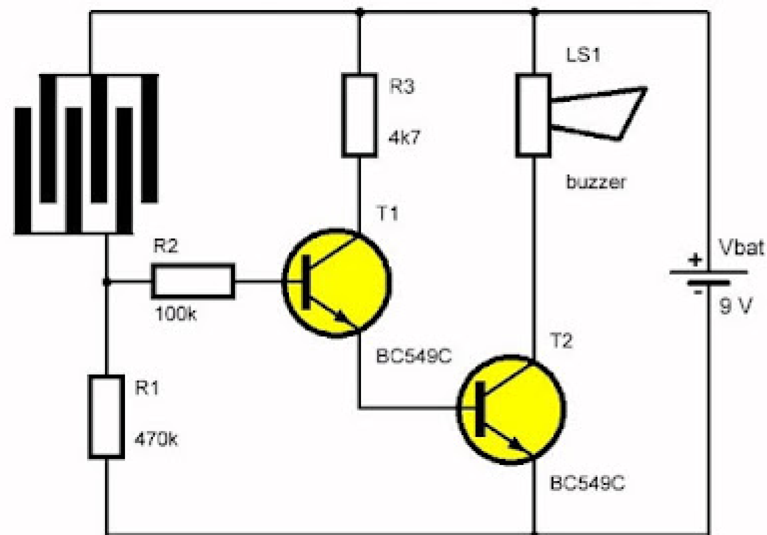
Het resistieve principe

De werking
De werking van de resistieve vloeistofniveau sensoren is erg eenvoudige en voor de hand liggend. Maak volgens onderstaande figuur een printje, waarop twee kopersporen onder de vorm van een kam in elkaar grijpen. Sluit deze probe aan op een IC. Als de kam droog is heeft het printje een zo goed als oneindig hoge weerstand. Komt de probe in contact met een iets geleidende vloeistof zoals water, dan daalt de weerstand van het printje en dit gegeven wordt door het IC gedetecteerd.
Uiteraard kunt u talrijke variaties op dit thema verzinnen. Een paar daarvan hebben wij in de onderstaande figuur verzameld. Het volstaat bijvoorbeeld twee van elkaar geïsoleerde metalen staven te construeren om een dergelijke resistieve sensor te maken.



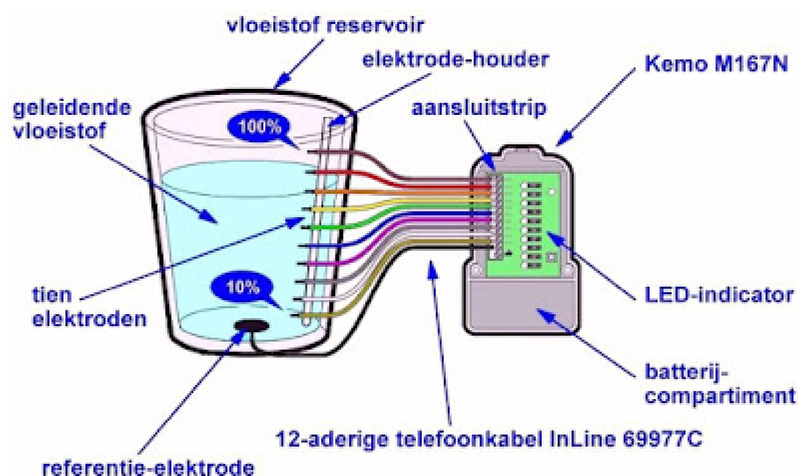
Drie voorbeelden van resistief werkende vloeistofniveau sensoren. (© 2020 Jos Verstraten)

Een eenvoudig zelfbouw schema
In de onderstaande figuur is een eenvoudig voorbeeld getekend van een schema dat u kunt toepassen bij dergelijke sensoren. De schakeling bestaat uit twee als darlington geschakelde transistoren die een 9 V buzzertje aansturen. Als er vocht aanwezig is tussen de kammen van de sensor dan zal er basisstroom in T1 vloeien, met als gevolg dat T2 in verzadiging wordt gestuurd en de buzzer wordt geactiveerd. U kunt deze schakeling uit een 9 V batterijtje voeden.



Een eenvoudige schakeling met een resistieve sensor. (© 2020 Jos Verstraten)

Waterniveau meten met resistieve sensoren
Door Kemo Electronic wordt onder het typenummer M167N een waterputten niveau-indicator op de markt gebracht die werkt volgens het resistieve principe.



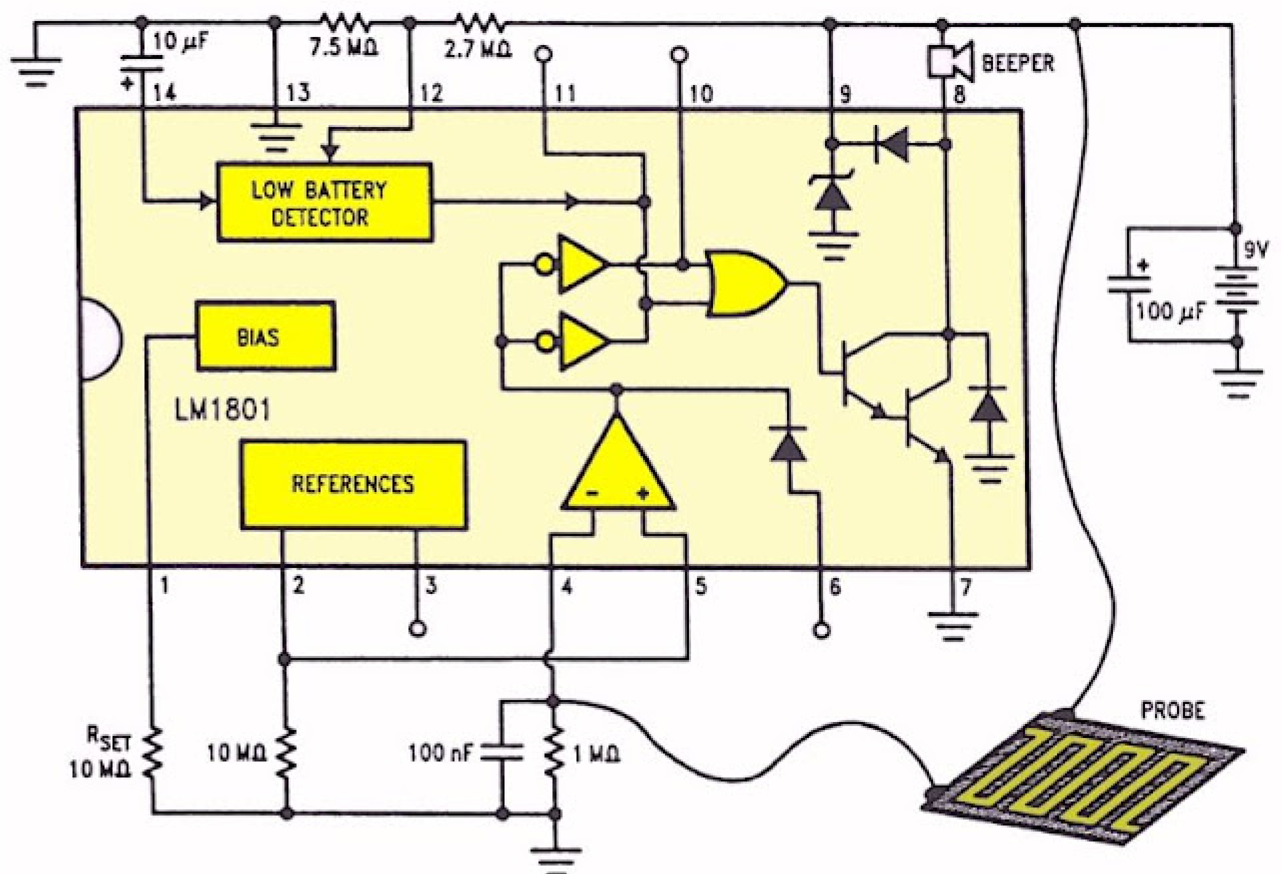
De *waterputten niveau-indicator M167N van Kemo. (© 2020 Jos Verstraten)*

Een resistief vloeistofniveau alarm met SMS-meldingen
De CM2300 van Mobeye is een GSM-alarmmodule die u informeert bij waterlekkage. Zodra de twee contacten van de sensor nat worden verstuurt de module een SMS-bericht naar de ingestelde contactpersonen.



De CM2300 van Mobeye levert GSM-alarmen. (© Mobeye)

De geïntegreerde schakeling LM1801 van NatSemi
Zoals reeds geschreven in de inleiding is NatSemi de enige IC-fabrikant die zich met deze techniek heeft bezig gehouden en een IC heeft ontwikkeld voor het uitlezen van een resistieve vloeistofniveau sensor. De LM1801 is officieel een '*Battery Operated Power Comparator*' maar wordt in het datasheet toegepast voor het uitlezen van een kamvormige vochtsensor. Dit IC is tegenwoordig nog te koop via DHgate.com voor US$ 4.19 en bij het Zwitserse GriederBauteile.ch voor € 9,05 per stuk.
Zoals uit het onderstaande blokschema blijkt, bevat de LM1801 een nauwkeurige spanningsreferentie, een comparator met een extreem laag eigen stroomverbruik en een zeer hoge ingangsimpedantie en een logische schakeling die via een open-collector trap op pen 8 een alarmuitgang aanstuurt. De schakeling verbruikt slechts 8 µA stroom en kan dus uit een batterij gevoed worden, waardoor de directe elektrische koppeling tussen de resistieve sensor en de vloeistof niet tot gevaarlijke situaties kan leiden. Ondanks dit lage eigen stroomverbruik kan de open-collector uitgangstrap in geactiveerde toestand meer dan 500 mA schakelen. Met een 9 V alkaline batterij als voeding kan de schakeling meer dan een jaar werken. De schakeling is ideaal voor het bewaken van ruimten tegen slechts in noodgevallen voorkomende vochtigheid, zoals kelders, vaartuigen, etc. De schakeling bevat een detector voor te lage voedingsspanning die door middel van een externe weerstand geprogrammeerd kan worden.
Via een parallelle uitgang kunt u tot negen LM1801 schakelingen onder de vorm van een wired-OR parallel schakelen. De referentiespanningsgenerator heeft twee uitgangen op de pennen 2 en 3 van respectievelijk 5,8 V en 5,2 V. Deze referentiespanningen kunt u gebruiken voor het instellen van een drempel, waarbij de comparator omklapt.



Intern blokschema van en voorbeeldschakeling met de LM1801. (© NatSemi)

Het '*low battery*'-alarm werkt als volgt. Om de 40 seconde meet de schakeling de waarde van de batterijspanning. Met de in het voorbeeldschema ingetekende waarden van de weerstanden wordt de voedingsspanning vergeleken met een drempel van 6,5 V. Als de voedingsspanning groter is gebeurt er verder niets. Is de voedingsspanning echter lager, dan zal de schakeling de open-collector trap gaan sturen met pulsjes van 60 ms. Dit kan door de op pen 8 aangesloten alarmmelder gedetecteerd worden. Het *'low battery*'-alarm kan uitgeschakeld worden door de pennen 12 en 14 met elkaar te verbinden. De uitgangstrap is in staat lampjes, LED's, zoemers, relais en motoren aan te sturen. Toch kunt u niet iedere belasting gebruiken in combinatie met het '*low battery*'-alarm. Dit wekt immers pulsjes op met een breedte van slechts 60 ms en deze kunnen dus in feite alleen door een zoemer of een LED gedetecteerd worden. Sommige zoemers zullen bij deze pulsbreedte niet meer dan een korte klik produceren. Zoemers met ingebouwde oscillator zullen op een puls met een breedte van 60 ms in de meeste gevallen reageren met het opwekken van een kort toontje.

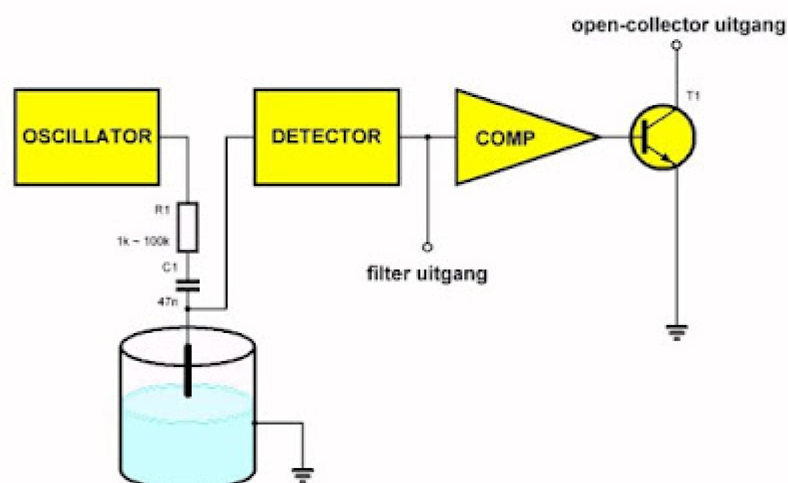
Nadelen van het resistieve principe
Ondanks de eenvoud heeft het resistieve principe niets dan nadelen:

- **Elektrolyse**
  Het principe is alleen toe te passen in situaties waarbij het onder normale omstandigheden niet kan voorkomen dat de sensor vochtig wordt. Alleen in uitzonderlijke alarmsituaties mag de sensor nat worden en moet na het opheffen van de alarmtoestand weer onmiddellijk en grondig droog gemaakt worden. De sensor werkt immers op gelijkspanning. De koperen kam van de sensor zal elektrolyse-verschijnselen gaan vertonen als hij vochtig wordt. Afhankelijk van de aard van de vloeistof kunnen er dan zeer reactieve gassen aan de elektroden van de sensor ontstaan. Zelfs als u met zuiver water werkt zal de elektrolyse aan de elektroden van de kam waterstof- en zuurstofgas doen ontstaan. Het zuurstofgas zal onmiddellijk een chemische reactie met het koper van de kam aangaan, waarbij groen koperoxide wordt gevormd. Het gevolg is dat de koperen sporen van de kam oxideren en de sensor na enige tijd onbruikbaar wordt.

- **Hygroscopie**
  Een tweede groot nadeel van dit principe is dat de kam door vervuiling en hygroscopie langzaam maar zeker ook onder droge condities een vrij grote lekstroom kan gaan vertonen en het alarm aanspreekt.
- **Geleiding**
  Groot nadeel, maar dat zou in feite niet extra vermeld moeten worden, is dat dit systeem alleen werkt als u te maken hebt met elektrisch geleidende vloeistoffen. Lang niet alle vloeistoffen zijn geleidend. Diverse vloeistoffen, zoals olie, zijn zelfs ideale isolatoren!
- **Elektrocutie**
  De elektronische schakeling, die met de sensor verbonden wordt, staat is rechtstreeks galvanisch contact met de vloeistof. Nu is water een goede geleider en het gevolg is dat als de kam ondergedompeld wordt ook het water onder spanning komt te staan. Dat kan uiteraard tot zeer gevaarlijke situaties leiden en het wordt dan ook ten stelligste aangeraden dergelijke schakelingen uitsluitend uit een batterij te voeden.

Het dompel principe

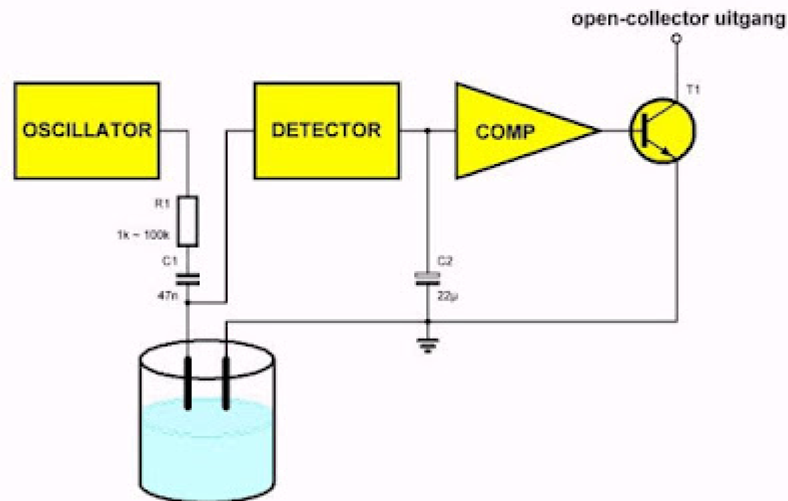
De werking
Ook de dompel sensoren werken in principe resistief. Waaruit onmiddellijk de begrenzing van het principe volgt: dompel sensoren zijn alleen bruikbaar als u met geleidende vloeistoffen te maken heeft! Bovendien zijn deze sensoren in principe alleen maar geschikt voor het bewaken van een vloeistofniveau in een geleidend vat. Maar door een truukje uit te halen kunt u er ook het al dan niet aanwezig zijn van een vloeistof in een ruimte mee aantonen. Door een uitgekiende technologie heeft men de overige bezwaren van de resistieve sensoren weten te ondervangen.
Het principe van een dompel sensor is getekend in de onderstaande figuur. Het vat, waarin het vloeistofniveau bewaakt moet worden, is elektrisch geleidend en moet dus van metaal zijn gemaakt. Dit vat wordt geaard. In het vat wordt één elektrisch geleidende probe geïsoleerd aangebracht. Deze probe wordt zo bevestigd dat de punt staat op het te bewaken niveau. De aansturende schakeling bevat een oscillator, die een vierkantspanning van enige tientallen kHz genereert. Dit signaal gaat via een weerstand R1 en een scheidingscondensator C1 naar de probe. De probe is ook verbonden met de ingang van een detector. Als het niveau van de vloeistof lager staat dan de punt van de probe, dan zal het volledig signaal van de oscillator rechtstreeks naar de detector gaan. Komt het vloeistofniveau echter in aanraking met de punt van de probe, dan zal een deel van het signaal via de geleidende vloeistof en het geleidende vat afvloeien naar de massa. Er wordt immers een spanningsdeler gevormd tussen de genoemde weerstanden en de weerstand R1 van 1 kΩ tot 100 kΩ, die in serie staat met de scheidingscondensator. De detector registreert de spanningsdaling en stuurt, eventueel via een logische schakeling, het alarm.



Het principe van de dompel sensoren. (© 2020 Jos Verstraten)

Meten met twee dompel elektroden

Als u het vloeistofniveau in een niet elektrisch geleidend vat wilt meten, of u wilt het systeem gebruiken als overstromingsalarm, dan kunt u gebruik maken van het principe dat geschetst is in de onderstaande figuur. De tweede elektrode wordt dan rechtstreeks met de massa verbonden. De stroomkring wordt gesloten als het vloeistofniveau contact maakt met beide elektroden. In deze figuur is ook getekend hoe u met een elco C2 de uitgangsspanning van de detector kunt afvlakken, zodat de comparator met een mooi signaal wordt gestuurd.



Het meten met twee dompel elektroden. (© 2020 Jos Verstraten)

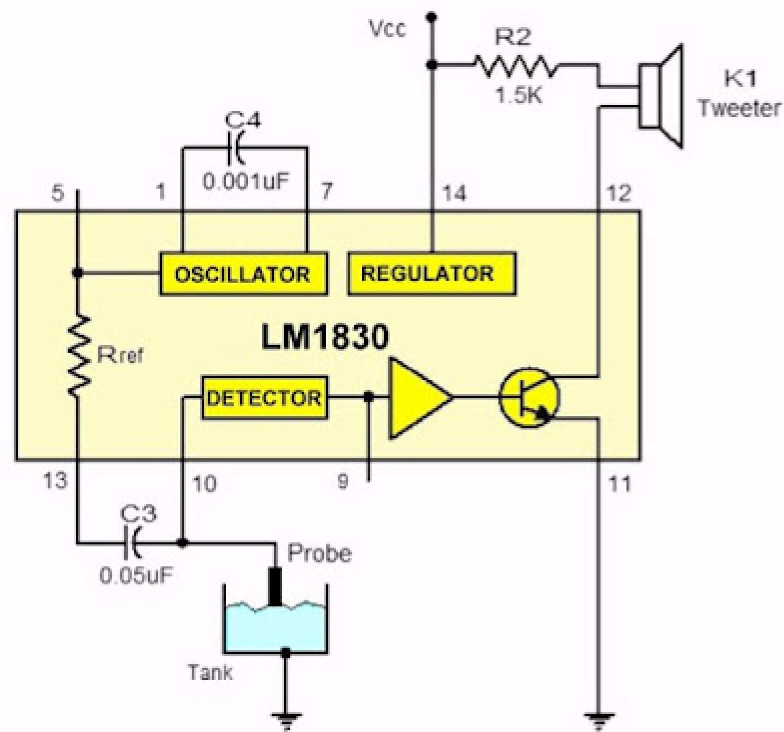
Een eenvoudige zelfbouw schakeling

In de onderstaande figuur is een eenvoudige zelfbouwschakeling getekend die gebruik maakt van het dompelprincipe en alleen geschikt is voor geleidende vloeistoffen zoals water. De poort IC1a is geschakeld als astabiele multivibrator en levert een blokspanning op de uitgang. De frequentie van dit signaal is afhankelijk van de waarden van C1 en R1. De blokgolf wordt via de scheidingscondensator C2 aangeboden aan de eerste dompelelektrode. De tweede dompelelektrode gaat via een clampkring C3-D1 naar een gelijkrichter D2-C4-R2. De clampkring zorgt ervoor dat het signaal dat op de tweede dompelelektrode 'opgetild' wordt zodat het vrijwel volledig positief verloopt. Dit signaal wordt door D2 gelijkgericht, zodat over de condensator C4 en de weerstand R2 een gelijkspanning ontstaat. Deze stuurt de tweede poort in de CD4093B. Als het niveau van de vloeistof in het vat zodanig stijgt dat de twee dompelelektroden nat worden zal een deel van het signaal van de eerste elektrode doordringen naar de tweede elektrode. Dit signaal wordt gelijkgericht en stuurt de poort IC1b. De uitgang van deze poort wordt 'L' en het relais valt af.

Een eenvoudige zelfbouwschakeling volgens het dompel principe. (© 2020 Jos Verstraten)

De geïntegreerde schakeling LM1830 van NatSemi

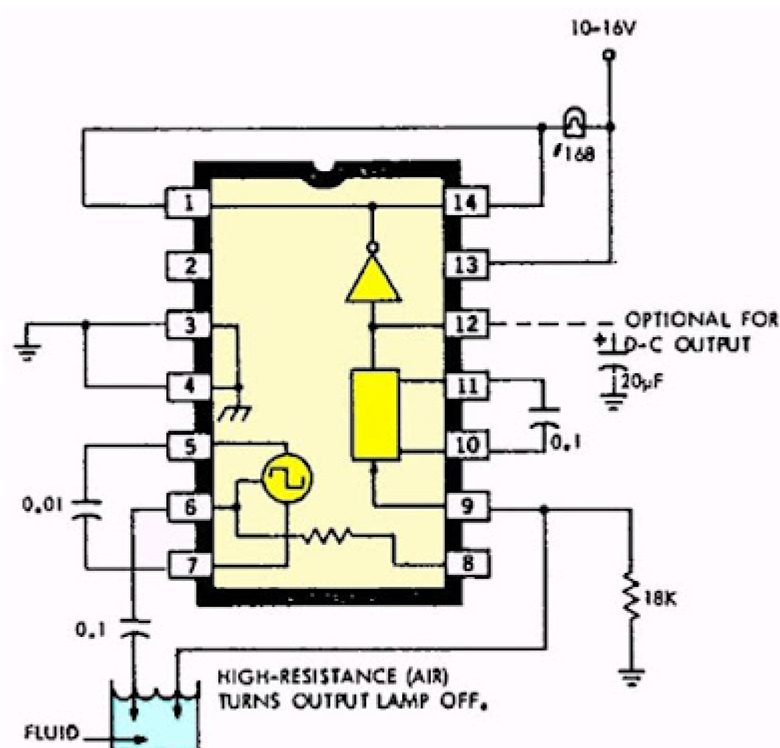
Dit IC wordt op Internet aangeboden voor prijzen die variëren van € 4,96 tot € 12,25. Even verder zoeken dan de eerste Chrome-pagina loont dus! Zoals uit het intern blokschema van de onderstaande figuur blijkt, bevat de schakeling een vierkantgolfoscillator. Het uitgangssignaal van deze oscillator is het sensorsignaal dat ook aan een detector wordt aangelegd. Als de weerstand van de probe boven een bepaalde waarde stijgt wordt het oscillatorsignaal doorgekoppeld naar de basis van een open-collector transistor. Deze transistor kan een LED, een luidsprekertje of een relais met laag stroomverbruik sturen. Noteer dus goed dat de schakeling een alarm genereert als de sensor géén contact onderhoudt met de vloeistof!
De frequentie van de oscillator is omgekeerd evenredig met de waarde van de condensator tussen de pennen 1 en 7. Met een waarde van 1 nF komt een frequentie van ongeveer 6 kHz overeen. De frequentie van de oscillator is in te stellen tussen 4 kHz en 12 kHz. Het uitgangssignaal van de oscillator wordt aangeboden op de pennen 13 en 5. De ene uitgang levert een signaal met een top-tot-top waarde van ongeveer 1,1 V, de tweede uitgang levert ongeveer 4,2 V. Uitgang 13 heeft reeds een serieweerstand van 13 kΩ ingebouwd, waarover het signaal valt als de sensor contact maakt met de vloeistof. De weerstand van de probe naar de massa wordt vergeleken met deze weerstand. De detector zal aanspreken als beide weerstanden aan elkaar gelijk zijn. Komt de soortelijke weerstand van de te bewaken vloeistof echter niet overeen met dit bereik, dan kunt u de uitgangsspanning van de oscillator via pen 5 aftakken en een externe referentieweerstand toepassen. Tussen pen 9, de uitgang van de detector en de massa kunt u een afvlakcondensator schakelen zodat de uitgang van AAN naar UIT schakelt bij het activeren van de detector. Zonder deze filtercondensator zal de uitgang het bloksignaal van de oscillator overnemen.
De drempelspanning van de detector is ingesteld op 680 mV. De open-collector uitgang op pen 12 kan maximaal 20 mA verwerken bij een verzadigingsspanning van 2,0 V. De lekstroom van de transistor bedraagt ongeveer 10 µA. De LM1830 kan gevoed worden uit een spanning van +5 V tot +28 V en verbruikt ongeveer 10 mA stroom.



De meest eenvoudige schakeling rond de LM 1830. (© NatSemi)

Het alternatief: de ULN2429

Een schakeling die op een volledig identieke manier werkt is de ULN2429 die onder andere door Rochester Electronics en Allegro Microsystems op de markt is gezet. Deze chip lijkt beter leverbaar te zijn dan de LM1830 en is te koop voor stukprijzen van € 6,60 tot € 12,23. In de onderstaande figuur is het standaard schema rond deze chip voorgesteld, waar wij voor de afwisseling het systeem met twee dompelelektroden hebben gekozen.
U kunt de ULN2429 voeden uit een spanning tussen 10 V en 16 V, waarbij maximaal 10 mA uit de voeding wordt getrokken. Met de ingetekende componenten werkt de schakeling op 2,4 kHz en levert een uitgangsspanning van 3,0 V. De open-collector uitgang kan 700 mA schakelen en gevoed worden uit een spanning van maximaal 30 V.



De meest eenvoudige schakeling rond de ULN2429. (© Allegro Microsystems)

Voor- en nadelen van het dompel principe

Het dompelprincipe heeft, vergeleken met het resistieve principe, een aantal voordelen:

- **Geen elektrolyse**
  De dompel elektrode wordt gevoed met een zuivere wisselspanning. De scheidingscondensator zorgt er immers voor dat iedere gelijkspanning wordt tegengehouden. Het systeem heeft dus geen last van elektrolyse, want dit fysische verschijnsel kan alleen optreden als er sprake is van het vloeien van gelijkstroom. Er ontstaan dus ook geen gasbellen op de dompel elektrode en het is uitgesloten dat deze daardoor corrodeert.
- **Minder onderhoud**
  De elektrode moet niet droog gemaakt worden na een overschrijden van het niveau. Van zodra de vloeistofspiegel zakt en het contact tussen het vloeistofoppervlak en de punt van de elektrode verbroken wordt, zal het elektrische stroompad onderbroken worden.

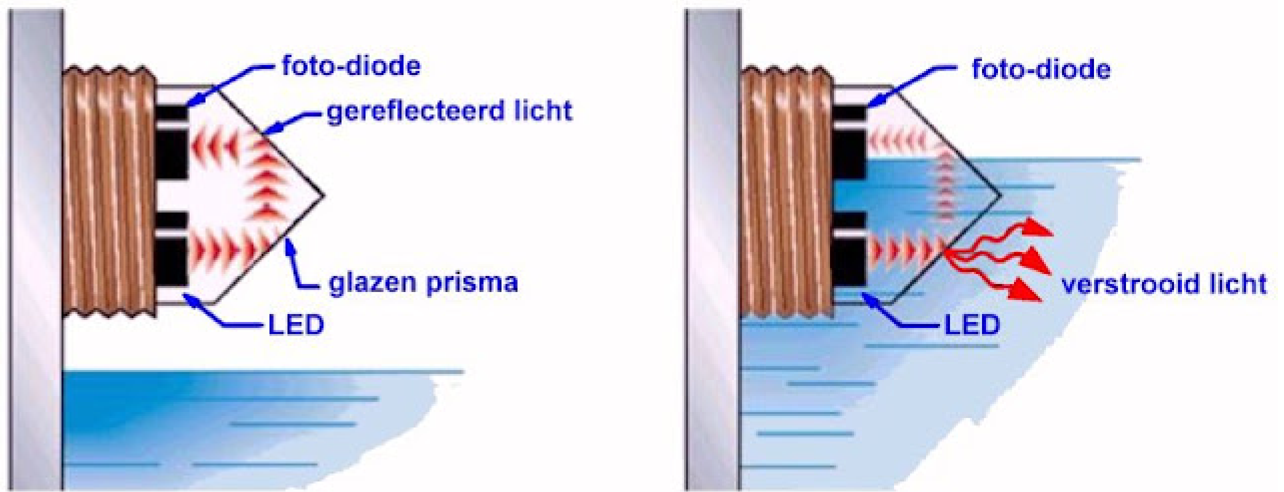
Het systeem heeft echter ook een groot nadeel. De dompel elektrode moet elektrisch contact maken met de vloeistof en kan dus niet geïsoleerd worden tegen de invloed van de vloeistof. Vandaar dat dit systeem niet in alle omstandigheden bruikbaar is of soms gebruik moet worden gemaakt van zeer dure probes uit een of ander edelmetaal, dat tegen alle vormen van chemische corrosie bestand is. Dit laatste bezwaar zal bij toepassen in de huiselijke omgeving natuurlijk niet zo zwaar wegen, want u hebt hoofdzakelijk met chemisch vrij inactief gewoon regenwater te maken.

Korte bespreking van de overige principes

Inleiding
Omdat deze principes zich niet lenen voor hobby-toepassingen zullen wij slechts in het kort de werking van deze principes verklaren.

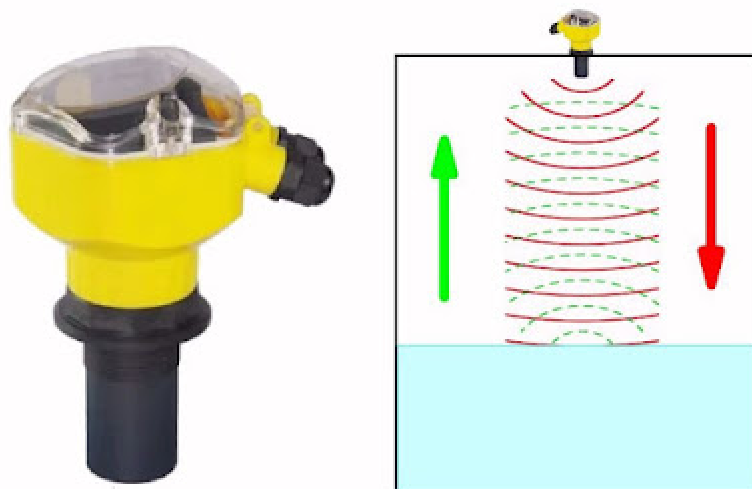
Het thermische principe
Bij de thermische sensoren hoeft het elektrisch geleidende materiaal van de probe niet in contact te komen met de vloeistof. Dit materiaal kan dus afdoende afgeschermd worden tegen de eventueel zeer corrosieve vloeistof, door er bijvoorbeeld een Teflon of Nylon afscherming rond aan te brengen. Wat gemeten wordt is de temperatuurvariatie van de probe onder invloed van de koelende vloeistof.
Uitgegaan wordt van een probe die een zeer grote positieve temperatuurscoëfficiënt heeft. Door deze probe wordt een vrij grote pulsvormige gelijkstroom gestuurd. Het gevolg is dat de probe opwarmt en de weerstand toeneemt.
Deze weerstandstoename kan bepaald worden door de spanningsval over de probe te meten. De temperatuurstijging van de probe is echter afhankelijk van het medium waarin de probe zich bevindt. In lucht zal de probe warmer worden dan in een vloeistof, die de warmte beter geleidt dan de lucht. Door nu het verloop van de spanningsstijging over de probe gedurende een bepaalde tijd te meten, kan het systeem een indruk krijgen of, en zo ja hoever de probe in de vloeistof is gedompeld.

Het elektro-optische principe
Bij dit principe wordt gebruik gemaakt van een LED en een foto-diode die op de in de onderstaande figuur geschetste manier in een glazen prisma zijn verwerkt. Als de sensor geen contact maakt met de vloeistof zal het prisma er voor zorgen dat vrijwel al het LED-licht twee keer wordt teruggekaatst en zo goed als onverzwakt op de foto-diode terecht komt. Dat wordt anders als het prisma gedeeltelijk onder water komt te staan. Op dat moment wordt een deel van het LED-licht verspreid in de vloeistof en zal er veel minder energie op de foto-diode terecht komen. Dit verschijnsel kan uiteraard gemakkelijk elektronisch worden vertaald naar een alarmsignaal.



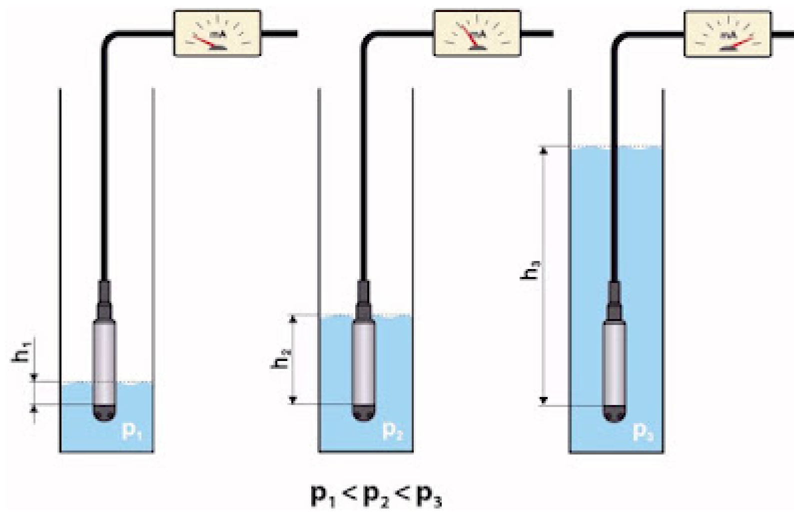
De werking van het elektro-optische principe. (© eptsensor.com)

Het ultrasone principe
Bij dit principe wordt in de deksel van het vloeistofvat een ultrasone transducer gemonteerd, zie de onderstaande figuur. Deze zendt pulsvormige ultrasone geluidsgolven uit die reflecteren op het oppervlak van de vloeistof. De gereflecteerde golven worden weer opgevangen door de transducer. Uit het tijdsverschil tussen het uitzenden en weer ontvangen van een puls kan men de afstand tussen de transducer en het wateroppervlak berekenen.



De werking van het ultrasone principe. (© 2020 Jos Verstraten)

Het hydrostatische principe
Een hydrostatische vloeistofniveau sensor is in feite een druksensor die op de bodem van het vat wordt bevestigd. De druk op de sensor P neemt toe naarmate de vloeistofkolom hoger wordt. Als u het soortelijk gewicht ρ van de vloeistof kent en de plaatselijke zwaartekrachtconstante g kunt u de hoogte van de vloeistofkolom berekenen.
In de meeste gevallen hebben deze sensoren een gelijkstroom-uitgang van 4 mA tot 20 mA.



De werking van het hydrostatische principe. (© pvl.co.uk)

Het float-operated shaft encoder principe

Dit principe is ideaal voor het meten van het waterniveau in diepe putten en bronnen. Zoals uit de onderstaande foto blijkt, bestaat zo'n apparaat uit een touw met aan de onderzijde een vlotter die op het oppervlak van het water drijft. Aan de andere kant van het touw zit een contra-gewicht. Het touw draait over een wiel waarmee een shaft encoder wordt aangedreven. Deze encoder geeft pulsjes af als de vlotter en het touw op en neer bewegen. Het systeem moet zorgvuldig worden afgeregeld en in de meeste gevallen werken ook deze apparaten met een 4 mA tot 20 mA stroomuitgang.

De foto toont de OTT SE 200 die leverbaar is met meetbereiken tot 1 meter, 10 meter en 30 meter. Het apparaat wordt gevoed met een gelijkspanning tussen 9,0 V en 30,0 V en verbruikt in rust slechts 400 µA.



De werking van het float-operated shaft encoder principe. (© ott.com)